

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ

INSTITUTE OF CONCRETE AND MASONRY STRUCTURES

MONTOVANÁ KONSTRUKCE HALY

ASSEMBLED STRUCTURE OF HALL

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

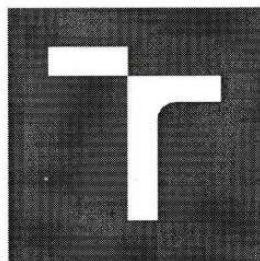
Bc. Václav Bartosch

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. MILOŠ ZICH, Ph.D.

BRNO 2017



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

STUDIJNÍ PROGRAM	N3607 Stavební inženýrství
TYP STUDIJNÍHO PROGRAMU	Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia
STUDIJNÍ OBOR	3608T001 Pozemní stavby
PRACOVISŤE	Ústav betonových a zděných konstrukcí

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

DIPLOMANT	Bc. Václav Bartosch
NÁZEV	Montovaná konstrukce haly
VEDOUCÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE	doc. Ing. Miloš Zich, Ph.D.
DATUM ZADÁNÍ	31. 3. 2016
DATUM ODEVZDÁNÍ	13. 1. 2017

V Brně dne 31. 3. 2016

prof. RNDr. Ing. Petr Štěpánek, CSc.
Vedoucí ústavu



prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA
Děkan Fakulty stavební VUT

PODKLADY A LITERATURA

1. Stavební podklady (půdorysy, řezy, pohledy).
2. Normy pro navrhování betonových konstrukcí ČSN, STN a EN.
3. Zich M., Bažant Z., Plošné konstrukce nádrže a zásobníky, Akademické nakladatelství Cerm, 2010.
4. Zich M., kol., Příklady posouzení betonových prvků dle Eurokódů, Nakl. Verlag Daschofer, Praha 2011.
5. L. Grenčík: Betonové konstrukce II. SNTL/ALFA 1986.
6. D. Majdúch: Zásady vystužovania betónových konštrukcií. ALFA 1984.

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ (ZADÁNÍ, CÍLE PRÁCE, POŽADOVANÉ VÝSTUPY)

Provést návrh konstrukce montované haly dle předaných rozměrových, materiálových a zatěžovacích parametrů. Provést návrh nosných prvků (sloupy, vazníky, detaily, založení). Řešení provést včetně nezbytné výkresové dokumentace (výkresy tvaru a výztuže). Ostatní úpravy provádějte podle pokynů vedoucího diplomové práce.

Požadované výstupy:

Textová část (obsahuje průvodní zprávu a ostatní náležitosti podle níže uvedených směrnic)

Přílohy textové části:

P1. Použité podklady a varianty řešení

P2. Výkresy - přehledné, podrobné a detaily (v rozsahu určeném vedoucím diplomové práce).

P3. Stavební postup

P4. Statický výpočet (v rozsahu určeném vedoucím diplomové práce)

Prohlášení o shodě listinné a elektronické formy VŠKP (1x).

Popisný soubor závěrečné práce (1x).

Diplomová práce bude odevzdána v listinné a elektronické formě podle směrnic a 1x na CD.

STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ/DIPLOMOVÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).



doc. Ing. Miloš Zich, Ph.D.

Vedoucí diplomové práce

Abstrakt

Diplomová práce se zabývá návrhem a statickým výpočtem vybraných částí montované železobetonové haly s administrativní vestavbou, vypracováním základních výkresů projektové dokumentace stavby a výkresů tvaru a výztuže těchto vybraných prefabrikovaných prvků. Součástí práce je také technická zpráva, vybrané detaily styků prvků, výkresy kování a studie chování ztužené haly. Výpočty byly provedeny za pomoci programů AxisVm, Microsoft Excel a IDEA StatiCa.

Abstract

Master's thesis describes the design and static calculating of selected elements of prefabricated reinforced concrete hall with built-in office, elaboration of basic drawings of the project documentation, shape and reinforcement drawings of these selected structural prefabricated elements. The work also includes technical report, details of selected element's contacts, drawing of plates and study of the behavior of reinforced buildings. Calculation was performed by using a computer program AxisVm, Microsoft Excel a IDEA StatiCa

Klíčová slova

Předpjatý beton, montovaná hala, prefabrikát, ocel, zatížení, ohybový moment, posouvající síla, vyztužení, betonová vaznice, betonový předpínaný vazník, betonový sloup, Vierendeelova teorie, nosník, dimenzování, ztužení, teorie 2. řádu

Keywords

Prestressed concrete, prefabricated hall, prefabricate, steel, load, bending moment, shear force, reinforcement in concrete, concrete purlin, concrete performed girder, concrete column, Vierendeel's theory, truss, dimensioning, bracing system, linear stability

Bibliografická citace VŠKP

Bc. Václav Bartoš. Montovaná konstrukce haly. Brno, 2017. 11 s., 171 s. příl.
Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební,
Ústav betonových a zděných konstrukcí. Vedoucí práce doc. Ing. Miloš Zich, Ph.D.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval samostatně, a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 13.1.2017



.....
podpis autora

Poděkování

Rád bych tímto poděkoval vedoucímu mé diplomové práce doc. Ing. Miloši Zichovi, Ph.D. za jeho ochotu, rady a připomínky, které mi v průběhu práce poskytnul. Dále děkuji Ing. Aleši Seidlovi za poskytnutí zadání a podkladů pro vypracování diplomové práce a v neposlední řadě děkuji mým rodičům za podporu během mého studia.



1 Obsah

2	Úvod.....	2
3	Technická zpráva	2
3.1	Popis konstrukce.....	2
3.2	Zatížení	4
3.3	Popis prefabrikátů	5
3.3.1	Sloupy – S1.....	5
3.3.2	Střešní vazníky – V1	5
3.3.3	Střešní vaznice – L1	6
3.3.4	Ocelové ztužení	6
3.4	Podmínky a způsob provádění	7
4	Závěr.....	8
5	Seznam použitých zdrojů	10
5.1	Normy	10
5.2	Publikace	10
5.3	Webové stránky	10
6	Použitý software	11
7	Seznam příloh	11

2 Úvod

V následující části diplomové práce, s názvem technická zpráva, je charakterizována montovaná konstrukce jako celek z hlediska použitých materiálů, konstrukčního systému, rozměrů a umístění. V této části je také uveden základní technologický postup provádění.

Ve druhé části jsou ve formě příloh vypracovány statické posudky pro vybrané, prefabrikované prvky základní vazby. Jedná se o ubíhanou vaznici tvaru „T“, nabíhaný předpínaný vazník tvaru „I“ a vnitřní sloup jeřábové dráhy včetně konzoly jeřábové dráhy a vidlice pro uložení vazníku a studie chování konstrukce s ohledem na navržené ztužení.

Ve třetí části jsou ve formě výkresů zpracovány tvary a vyztužení těchto navržených prvků, výkresy kování, vybrané detaily a základní výkresy projektové dokumentace objektu novostavby výrobní haly.

3 Technická zpráva

V technické zprávě je uveden popis základních konstrukcí řešeného objektu novostavby výrobní haly a na ní navazující administrativní budovy. Jsou zde také stručně popsány technologie provádění a důležité detaily pro realizaci stavby.

3.1 Popis konstrukce

Jedná se o halový objekt průmyslového využití, s jeřábovými drahami, s administrativně sociálním vestavkem. Půdorys má pravidelný obdélníkový tvar modulových rozměrů 48,0 x 72,0 m. Hala je dvoulodní o šířkách 2x 24,0 m, po délce je členěna na 6 polí dl. 12,0m. U štítové osy 13 je na celou šířku haly třípatrový vestavek modulové šířky 7,50 m. Světla výška haly pod vazník je 18,00 m. Objekt je bez dilatace.

Nosná konstrukce je navržena jako montovaný skelet z atypických železobetonových prvků. Hlavním nosným systémem jsou příčné rámy sestavené z Vierendeelových sloupů a střešních vazníků po 12,0 m. V podélném směru jsou na vazníky ukládány střešní vaznice v rozteči 6,0 m. V podélných osách krajních i v podélné ose vnitřní jsou do poloviny polí, tedy po 6,00 m, vloženy mezisloupy. Mezislop u hranice vestavku je vložen na jeho okraj – tedy 7,50 m od štítové osy a tím 4,50 m od první vnitřní osy. Ve štítových osách jsou sloupy po 6,00 m. Na vnitřním obvodu vestavku jsou sloupy také po 6,0 m, tyto nevybíhají až do střešy. Sloupy ve štítových osách jsou ve zhlaví rozepřeny ztužidly. Vierendeelovy sloupy jsou také rozepřeny ŽB ztužidly po výšce přibližně ve třetinách výšky, tedy dvě řady ztužidel. Objekt je ztužen také ocelovým zavětrováním ve střeše a portálovým ztužením sloupů mezi osami 6 a 7.

Konstrukce vestavku je řešena podélnými průvlaky vsazenými mezi sloupy do os 12 a 13. Na ozuby průvlaků se kladou předpjaté dutinové panely Spiroll tloušťky 265mm tvořící stropní rovinu. Sloupy jsou v úrovni stropu ve směru panelů propojeny zálivkovou výztuží kotvenou ke sloupům. Komunikačně jsou podlaží propojena betonovým schodištěm mezi osami A3-B.

Objekt je založen na vrtaných ŽB pilotách. Na pilotách je provedena oválná nebo kruhová hlavice, její horní hrana je na úrovni -0,600. V hlavicích je vytvořen kalich pro vetknutí sloupu. Jeho hloubka je pro sloupy vynášející jeřábové dráhy pro provoz těžkých jeřábů 2050 mm, délka vetknutí je potom 2000 mm. Hloubka kalichů pro štítové sloupy v ose 1 je 1250 mm (délka vetknutí sloupů 1200 mm) a hloubka kalichů pro sloupy u vestavku v osách 12, 13 je 900 mm (délka vetknutí sloupů 850 mm).

Průřezy hlavních sloupů vazby jsou výrazně ovlivněny provozem jeřábů. Pro jeřábové dráhy jsou připraveny na sloupech konzoly. Od úrovně konzoly dochází k zúžení průřezů sloupu, které dobíhají až do střechy. U hlavních sloupů má průřez horní části rozměr 500/500 mm a je situován do modulové osy. V místě osazení jeřábových drah, tj. na kótě +14,570, se průřez sloupu rozšiřuje ve směru hlavních ráků na rozměr 1500 mm. U obvodových sloupů je to jednostranně dovnitř objektu, plyne z toho vyosení středu sloupů vůči hlavním modulovým osám. U vnitřních sloupů je to oboustranně, jsou zde konzoly rozšiřující sloup pod dráhou až na 2100 mm. Pro montáž dráhy jsou osazeny ocelové desky v ložné ploše sloupu. Ve zhlaví hlavních sloupů je provedena vidlice pro uložení vazníků. Sloupy jsou vylehčeny po výšce otvory o velikosti 500/1500 na celou šířku sloupu. Mezisloupy v podélných řadách jsou řešeny stejně, jako hlavní sloupy vazby, pouze zde nejsou vidlice ve zhlaví.

Štítové mezisloupy v ose 1 mají průřez 700/500 mm. Sloupy u vestavku v osách 12 a 13 mají průřez 500/500 mm. Jsou na nich připraveny konzoly pro uložení stropních prvků.

Střešní sedlové vazníky jsou navrženy jako předpjaté o průřezu tvaru I. Jejich výška je 1500 mm v hřebeni a 1140 mm v uložení, při modulové délce 24,00 m. Šířka horní příruby je 500 mm. Běžné vnitřní vaznice na modul 12,0 m mají podélně ubíhaný T-průřez, v hřebeni 730/200 mm. Na horní hranu vazníků, a zhlaví štítových sloupů jsou vaznice kladeny na sníženou výšku 300 mm. Jsou rozmístěny v roztečích 6,00 m. V podélných hlavních osách jsou vaznice nahrazeny zesílenými ztužidly obdélníkového průřezu 200/400 mm. Střešní štítová ztužidla mají pak obdélníkový průřez 160/400 mm. Ztužidla po výšce sloupů mají průřez stejný jako podélné střešní ztužidla 200/400 mm.

Ocelové zavětrování ve střeše je tvořeno diagonálními a příčnými vzpěrami. Probíhá jednak v pásu po délce celého objektu v modulu B-B1, tedy u střední řady sloupů a také v krajních polích v modulech A-A1 a B3-C. Druhé je u štítu v modulu 1-2 na celou šířku haly.

Svislé portálové ztužení svazuje sousední sloupky ve vnitřním poli haly v modulu 5-6 v každé hlavní podélné ose. Jsou tvořeny diagonálními vzpěrami v úsecích po výšce mezi betonovými ztužidly.

Stropní průvlaky mají obdélníkový průřez 450/400 mm s postranním ozubem vyloženým 150 mm pro uložení panelů. Na ozuby průvlaků se kladou předpjaté dutinové panely Spiroll tloušťky 265 mm. Ve sloupových osách je mezi panely vkládána záhlvková výztuž. Okraj stropní roviny je lemován ztužidly obdélníkového průřezu výšky 450 mm, šířky ztužidel vychází ze skladeb panelů. Stropní prvky jsou standardně ukládány sníženou výškou (nepřímé uložení) na konzoly sloupů.

Schodiště je lemováno příčnými ztužidly obdélníkového profilu 300/450 mm. Ta vynášejí podestovou desku a pomocné ztužidlo, na které se ukládají a kotví schodišťová ramena. Pro mezipodesty jsou postaveny dvě ŽB stěny založené na pilotách nebo podélných ztužidlech. Mezi ně se vsadí mezipodestové desky vynášející ramena.

3.2 Zatížení

Zatížení stálá i nahodilá byla vyčíslena dle ČSN EN 1991-1-1. Hodnoty všech působících zatížení jsou součástí statických výpočtů. Pro přehled jsou uvedeny základní hodnoty normového zatížení.

- Ostatní stálé zatížení

Střešní plášť 0,41 kN/m²

- Nahodilé zatížení stropů

Užitné – administrativně sociální vestavek 2,50 kN/m²

Příčky SDK 0,75 kN/m²

- Technologické zatížení střechy

Podvěsy – technologie 0,50 kN/m²

- Klimatická zatížení

Sníh I.oblast 0,80 kN/m²

Vítr II.oblast, terén kat.III 0,86 kN/m² (max.dyn.tlak)

- Zatížení změnou teploty

Pro všechny prvky konstrukce je uvažováno rovnoměrné oteplení/ochlazení o +10°C/-10°C

- Zatížení jeřáby

Je zadán provoz mostových jeřábů v jednotlivých lodích o nosnostech:

V lodi A-B – 1x 20,0t + 1x 60,0t

V lodi B-C – 1x 20,0t + 1x (60,0t - 30,0t)

3.3 Popis prefabrikátů

3.3.1 Sloupy – S1

Sloupy jsou vetknuty do kalichů vytvořených rozšířením hlavic pilot. Patní část sloupů v kalichu je zdrsňena. Vetknutí je zajištěno zálivkou sloupu v kalichu betonem C25/30. Hloubka vetknutí a zdrsnění sloupu je 2,0m.

Sloupy jsou navrženy proměnného průřezu z betonu C 50/60 a vyztuženy betonářskou výztuží třídy B500B. Třída prostředí je XC2. První část 0,00 – 3,17 m je průřezu 500/1500 mm, druhá část 3,17-16,17 m je tvořena dvojicí sloupů 500/500 mm propojených příčlemi 500/500 mm, třetí část 16,17-17,17 m je průřezu 500/1500 mm, a čtvrtá část 17,17-21,74 m je průřezu 500/500 mm s 1,15 m dlouhou vidlicí pro uložení vazníku ve zhlaví sloupu. Ve třetí části je provedena oboustranná konzola pro umístění jeřábové dráhy.

Vyztužení a tvar sloupů je uveden na výkresech č.10 a 11. Na stavbu budou sloupy transportovány z výroby a uloženy pomocí zvedacího zařízení do předem připravených kalichů. V této fázi je třeba sloupy rektifikovat pomocí klínů do svislé polohy a provést zálivku kalichu. Statické posouzení sloupů je uvedeno v příloze B4. Průřezy jednotlivých typů sloupů, hloubka jejich vetknutí do kalichů a horní úroveň hlavic pilot jsou popsány v části „popis konstrukce“ výše. Rozmístění sloupů a příslušné rozměry jsou uvedeny na výkrese č. 1 – „Půdorys sloupů“ včetně vyosení sloupů vůči modulovým osám.

3.3.2 Střešní vazníky – V1

Vazníky jsou navrženy jako nabíhané prvky sedlového tvaru, proměnného průřezu tvaru „I“ a délky 24m s výškou v hřebeni 1500 mm. Jsou oslabeny 8 otvory $\phi 315$ mm. Rozmístění těchto otvorů, umístění kování pro přikotvení ztužujících prvků a celkový tvar vazníků jsou uvedeny na výkrese č. 8, jejich výztuž poté na výkrese č.9. Vazníky staticky působí jako prosté nosníky ve třídě prostředí XC2 a jsou předem předepnuty. Jsou provedeny z betonu pevnostní třídy C50/60 a vyztuženy betonářskou a předpínací ocelí. Betonářská ocel je pevnostní třídy B550 a předpínací ocel Y1860S7-15,7-A. Na stavbu jsou vazníky transportovány z výroby. Na místě jsou, pomocí zvedacího zařízení, uloženy na sloupy zasunutím trnu vazníku do otvoru v úložné ploše sloupu na nedilatační elastomerová ložiska se zalitím montážních otvorů cem. zálivkou třídy min. C 25/30.

. Předpínání a betonáž bude provedena na dlouhé dráze vždy pro dva vazníky současně. Délka dráhy je 50m. Předpínací lana budou napnuta na napětí 1410 MPa

silou 221,4 kN. Vnesení napětí postupným upálením lan v pořadí dle schématu na výkrese č.8 a č.9 bude provedeno po dosažení alespoň 80% návrhové pevnosti betonu, tj 26,7 MPa. Poté bude nosník umístěn na skládku po dobu dalších 28dnů. V čase 28 dnů již vazník bude zabudován do konstrukce. Statický posudek vazníku je uveden v příloze B3. Rozmístění vazníků je uvedeno na výkrese č. 2 – „Půdorys střešní konstrukce“.

3.3.3 Střešní vaznice – L1

Vaznice jsou navrženy jako ubíhané prvky, proměnného průřezu tvaru „T“ a délky 12m s maximální výškou 730 mm. Vyztužení a tvar vaznic je uveden na výkresech č.6. a 7. Vazníky staticky působí jako prosté nosníky ve třídě prostředí XC2 a jsou předem předepnuty. Jsou provedeny z betonu pevnostní třídy C50/60 a vyztuženy betonářskou výztuží třídy. Na stavbu jsou vaznice transportovány z výroby. Na místě jsou vaznice, pomocí zvedacího zařízení, osazeny na horní příruby vazníků zasunutím trnu vaznice do otvoru v úložné ploše vazníku na nedilatační elastomerová ložiska se zalitím montážních otvorů cem. zálivkou třídy min. C 25/30. Statický posudek vazníku je uveden v příloze B2. Rozmístění vaznic je uvedeno na výkrese č. 2 – „Půdorys střešní konstrukce“.

3.3.4 Ocelové ztužení

Střešní ocelové ztužení je tvořeno příčnými vzpěrami profilu TRH120/120/10 vkládanými mezi vaznice v polovině jejich rozpětí v ose „2“ a diagonálními vzpěrami a táhly profilu TRH120/120/10 připevněnými ke kování umístěným na vaznících a ve zhlaví příslušných sloupů mezi osami A-A1, B-B1 a B3-C.

Portálové nebo také brzdné ztužidla jsou tvořeny vzpěrami a táhly profilu TRH120/120/10 ztužujícími pole mezi dvěma sloupy podélných řad mezi osami 6-7. Kotvení ztužení je prostřednictvím styčnickových plechů k zabudovaným kováním v ŽB prvcích skeletu. Názorně je geometrie ztužení patrná z výkresů č. 2 – „Půdorys střešní konstrukce“ a č. 4 – „Řezy“.

Ztužení je navrženo z konstrukční oceli S235.

3.4 Podmínky a způsob provádění

Ukládání betonu do forem všech prvků musí probíhat tak, aby nedošlo k rozmišení jednotlivých betonových složek a kvalita betonu byla stejná ve všech částech konstrukce. Po uložení betonu je nutné směs ztuhnout a zbavit jí vzduchových pórů. Betonáž nesmí být prováděna za teplot nižších, než 5 °C. Po vybetonování příslušných pilot s kalichy se postupně umístí do těchto kalichů sloupy na betonovou zálivku tl. 50 mm pevnostní třídy C25/30. Sloupy se na místo osazují ve svislé poloze pomocí montážního otvoru, kterým je provlečena dostatečně tuhá transportní tyč. Poloha sloupu se zajistí zaklínováním. Po kontrole svislé polohy sloupu může být kalich zalit betonovou zálivkou. Ta se dále ztuhne jehlovým vibrátorem. Po dostatečném zatvrdnutí zálivky, cca 10 dnů (80% pevnosti), podle zrání betonu, se ukládají vazníky zasunutím trnu vazníku do otvoru sloupu a následným zalitím otvorů zálivkou pevnostní třídy C25/30. Montáž se provádí tak, aby byla co nejvíce zajištěna prostorová tuhost, tzn., že vždy dva rámy se spojí příčně ztužujícím nosníkem. Následně lze osadit základové nosníky a po kontrole polohy je přivařit pomocí ocelové pásovin ke kotevním deskám sloupu. V další fázi jsou, po osazení portálového ztužení a jeřábů, osazovány vaznice zasunutím trnu vaznic do otvorů vazníků a sloupů mimo administrativní část a průvlaky administrativní části navlečením na trny konzol sloupů s následným zalitím otvorů zálivkou pevnostní třídy C25/30. Po osazení průvlaků jednotlivých pater je nutno položit stropní panely a schodišťové prvky stejného patra s následným vložením a přivařením zálivkové výztuže mezi sloupy administrativy a zalitím spár zálivkou pevnostní třídy C25/30. Ve finální fázi se osadí zbývající vaznice v administrativní části a provede se ztužení střešní konstrukce. Na závěr se na základové pásy uloží panely opláštění. Všechny vodorovné prvky a schodišťové ramena s výjimkou schodišťových podest jsou ukládány na dostatečně pevné elastomery. Schodišťové podesty jsou uloženy na podliti

4 Závěr

V diplomové práci byly posouzeny pouze základní typy prvků vyskytující se v konstrukci, a to jeden typizovaný nejvíce namáhaný vnitřní sloup, vazník a vaznice. Ostatní prvky se liší rozměry i zatížením, ale posudky těchto prvků by byly velmi podobné.

Vazník byl navržen jako předem předpjatý, průřezu tvaru T s výhodným sedlovým sklonem s otvory pro vedení vzduchotechniky. Prvek je navržen tak, že je po větší část svého působení vzepjat. Možná optimalizace návrhu je tedy ve zvýšení výšky vazníku a snížení počtu lan.

Návrh vaznice se jeví jako optimální s ohledem na štíhlost prvku a vyztužení okolo 250 kg/m^3 . Vaznice je navržena s proměnnou výškou průřezu a s nadvýšením 30mm uprostřed rozpětí. Pro uložení vaznice je zvoleno nepřímé uložení a vyztužení úložné části poté vychází z tohoto předpokladu a očekávaných tahových sil.

Původní záměr velkých nevylehčených sloupů z tendrové dokumentace byl optimalizován formou vylehčovacích otvorů ve sloupu a vytvořením efektivního Vierendeelova sloupu, který staticky velmi výhodný a mimo jiné také vzhledově velice estetický. Možná nevýhoda tohoto prvku je ve zvýšení výrobních nákladů oproti sloupům z plných průřezů vlivem nutné výroby netypických bednicích forem. Sloupy byly pro přepravu uvažovány ve své výrobní poloze a ve výpočtové části jsou jednotlivé fáze výstavby dílce uvažovány. Z důvodu prokázání znalosti působení jednotlivých částí sloupů při extrémních kombinacích zatížení je návrh proveden pro dvojici sloupů, tj. vazníkového a mezilehlého sloupu. Sloup je poté navržen na extrémní výsledky v jednotlivých částech. Vyztužení vazníkového sloupu je tedy navrženo jak na vnitřní síly od vlastního působení, tak na vnitřní síly od sloupu mezilehlého. Tento prvek by bylo pro skutečný návrh konstrukce dále možno zefektivnit a snížit podíl vyztužení. Záměrem bylo předvést vyztužitelnost jak sloupu vazníkového, tak i sloupu mezilehlého při stávajícím návrhu tvaru.

Prefabrikované prvky jsou velice kvalitní, vlivem zajištění kontroly a kvality vyztužení a betonáže. Montovaná výstavba je časově velmi efektivní díky možnosti proteplování a odpadnutí nutných časových etapizací vlivem mokrého procesu a dilatace. Přemístěním výroby do specializovaných výrobních prostor, kde jsou ideální podmínky pro betonáž, ošetřování i použití složitějších technologií výroby prvků je dosahováno často daleko větších pevností, než jsou pevnosti stanovené 5% kvantilem a prvky lze tak velice efektivně navrhovat na vysoké procentuální využití.

Nevýhodou je potom nutnost těžké dopravní techniky a zvedacích mechanismů. Montáž je také náročná na přesnost ukládání prvků. Vzniklé polohové rozdíly mimo dovolenou toleranci jsou obtížně řešitelné. Návrh také vyžaduje důkladné promyšlení detailů styků a kotvení a jejich následnou interpretaci do



statických výpočtů a schémat. Ty by měly co nejvěrněji odpovídat skutečnému chování konstrukce, její geometrii i tuhosti. Velkým problémem montovaných hal je také menší tuhost konstrukce při menších prostorových rozměrech a tedy vhodnost použití ztužujících celků, jak je ukázáno v příloze B5 – Studie chování konstrukce.

5 Seznam použitých zdrojů

5.1 Normy

- [1] ČSN EN 1991 – 1 – 1 (73 0035) Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – část 1 - 1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb.
- [2] ČSN EN 1991-3 (730035) Zatížení konstrukcí - Část 3: Zatížení od jeřábů a strojního vybavení
- [3] ČSN EN 1992-1-1 (73 1201) Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí - Část 1- 1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby.
- [4] ČSN EN 1990 (730002) Zásady navrhování konstrukcí
- [5] ČSN 73 1201 (731201) Navrhování betonových konstrukcí pozemních staveb

5.2 Publikace

- [6] NAVRÁTIL, Jaroslav. Předpjaté betonové konstrukce. Vyd. 2. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2008. ISBN 978-80-7204-561-7.
- [7] BAŽANT, Zdeněk, Vladimír MELOUN a Ladislav KLUSÁČEK. Betonové konstrukce IV: montované konstrukce pozemních staveb. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2003. ISBN 80-214-2444-3.
- [8] NAVRÁTIL, Jaroslav, Miloš ZICH. Předpjatý beton, průvodce předmětem BL11 - modul P01.
- [9] PROCHÁZKA, Jaroslav. Navrhování betonových konstrukcí: příručka k ČSN EN 1992-1-1 a ČSN EN 1992-1-2. Praha: Pro Ministerstvo pro místní rozvoj a Českou komoru autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě (ČKAIT) vydalo Informační centrum ČKAIT, 2010. Technická knižnice (ČKAIT). ISBN 978-80-87438-03-9.

5.3 Webové stránky

- [10] Prof. Ing. Josef Macháček, DrSc. Nosníky s kruhovými otvory. [online]. Dostupné z: <http://people.fsv.cvut.cz/~machacek/pomucky/Nosniky-s-kruhovymi-otvory.pdf>
- [11] Sněhová mapa. [online]. Dostupné z: <http://www.snehovamapa.cz/>



6 Použitý software

AutoCAD 2015

IDEA StatiCa 7

AxisVM 13

Scia Engineer 15.2

Microsoft Word 2010

Microsoft Excel 2010

7 Seznam příloh

Příloha B1: Výpočet zatížení

Příloha B2: Statický návrh vaznice

Příloha B3: Statický návrh vazníku

Příloha B4: Statický návrh vnitřních sloupů jeřábové dráhy

Příloha B5: Studie chování konstrukce

Příloha B6: Výkresová dokumentace

Příloha B7: Použité podklady

Vypracoval: Bc. Václav Bartosch

V Brně dne 13.1.2017

Podpis: 